

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
6 octobre 2005 (06.10.2005)

PCT

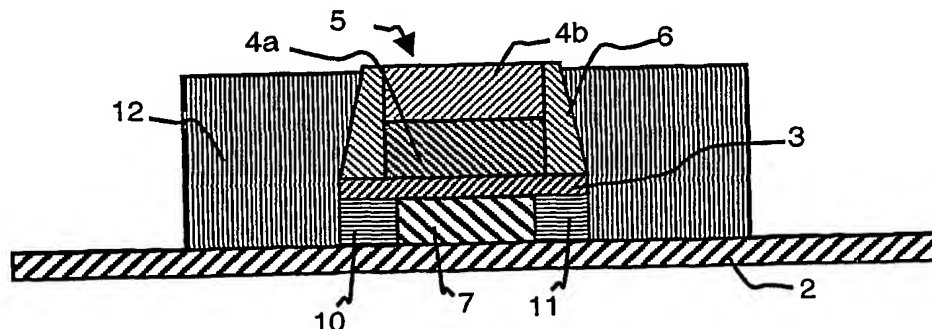
(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/093794 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01L 21/04, 29/786
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/000717
- (22) Date de dépôt international : 25 mars 2005 (25.03.2005)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0403073 25 mars 2004 (25.03.2004) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :
DELEONIBUS, Simon [FR/FR]; 40, allée des Giteaux,
La Chanteraie, F-38640 Claix (FR).
- (74) Mandataires : HECKE, Gérard etc.; Cabinet Hecke,
WTC Europole, 5, place Robert Schuman, BP 1537,
F-38025 Grenoble Cédex 1 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR MAKING A FIELD-EFFECT TRANSISTOR WITH DIAMOND-LIKE CARBON CHANNEL AND
RESULTING TRANSISTOR

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UN TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP A CANAL EN CARBONE DIAMANT
ET TRANSISTOR OBTENU



(57) Abstract: The invention concerns a field-effect transistor comprising a source (10) and a drain (11) connected via a channel (7) controlled by a gate electrode (5) separated from the channel (7) by an gate insulator (3). The channel (7) is made of a diamond-like carbon layer. The method for making the transistor comprises successively: depositing a diamond-like carbon layer on a substrate (2), depositing a gate insulating layer (3) and depositing at least one conductive layer (4). The conductive layer (4) is etched so as to form the gate electrode (5). Then an insulating material is deposited on flanks of the gate electrode (5) to form an insulating side (6). The gate insulating layer (3) is etched and the diamond-like carbon layer is etched so as to define the channel (7). Then, a semiconductor material designed to form the source (10) and a semiconductor material designed to form the drain (11) are deposited on either side of the channel (7).

(57) Abrégé : Le transistor à effet de champ comporte une source (10) et un drain (11) reliés par un canal (7) commandé par une électrode de grille (5) séparée du canal (7) par un isolant de grille (3). Le canal (7) est constitué par une couche en carbone diamant. Le procédé de réalisation du transistor comporte successivement le dépôt d'une couche de carbone diamant sur un substrat (2), le dépôt d'une couche isolante de grille (3) et le dépôt d'au moins une couche conductrice (4). La couche conductrice (4) est gravée de manière à former l'électrode de grille (5). Ensuite un matériau isolant est déposé sur des flancs de l'électrode de grille (5) pour constituer un isolant latéral (6). Puis, la couche isolante de grille (3) est gravée et la couche de carbone diamant est

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/093794 A1



PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

gravée de manière à délimiter le canal (7). Ensuite, un matériau semi-conducteur destiné à constituer la source (10) et un matériau semi-conducteur destiné à constituer le drain (11) sont déposés de part et d'autre du canal (7).

Procédé de réalisation d'un transistor à effet de champ à canal en carbone diamant et transistor obtenu

5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un procédé de réalisation d'un transistor à effet de champ comportant une source et un drain reliés par un canal commandé par une électrode de grille séparée du canal par un isolant de grille, le canal étant
10 constitué par une couche en carbone diamant.

État de la technique

15 Un transistor à effet de champ comporte une source et un drain qui sont reliés par un canal. Une électrode de grille, séparée du canal par un isolant de grille, permet de commander l'état de conduction du canal. Classiquement, la source, le drain et le canal des transistors à effet de champ sont réalisés à partir de matériau semi-conducteur, par exemple le silicium.

20 Pour la réalisation d'un inverseur de type CMOS, un transistor de type PMOS et un transistor de type NMOS sont assemblés. Le fonctionnement optimal de l'inverseur requiert que le courant de saturation dans le transistor PMOS soit égal au courant de saturation dans le transistor NMOS. Dans un transistor
25 NMOS, le courant électrique parcourant le canal est un courant d'électrons, tandis que dans un transistor PMOS, le courant électrique parcourant le canal est un courant de trous. Le courant est proportionnel à la mobilité des porteurs de charge correspondants. La mobilité des électrons dans le silicium étant supérieure à la mobilité des trous dans le silicium, les dimensions des

transistors NMOS et PMOS sont adaptées de manière à obtenir des courants de saturation égaux dans les transistors NMOS et PMOS. Ainsi, le transistor PMOS d'un inverseur CMOS, par exemple, a une largeur de canal supérieure à la largeur de canal du transistor NMOS associé. La miniaturisation de l'inverseur CMOS est alors limitée par les dimensions du transistor PMOS.

Les transistors à effet de champ comportant des canaux en diamant sont bien connus. Le document US5107315, par exemple, décrit un transistor à effet de champ de type métal/isolant/semi-conducteur (MIS) disposé sur une couche isolante en diamant formée sur un substrat en silicium. Une couche de diamant semi-conductrice dopée P forme un canal. Une source et un drain sont formés par des couches en diamant semi-conductrices dopées N. Un isolant de grille en diamant est disposé sur le canal et une électrode de grille est disposée sur cet isolant de grille. Le document US5107315 décrit également un transistor ayant un canal dopé N et des source et drain dopés P. La fabrication du transistor consiste à réaliser successivement le canal, les source et drain, l'isolant de grille et la grille. Un tel transistor peut présenter des capacités parasites entre drain et grille et entre source et grille, ce qui détériore les performances du transistor.

Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et en particulier de permettre de réaliser des transistors et des portes logiques de faibles dimensions présentant de faibles capacités parasites.

Selon l'invention, ce but est atteint par les revendications annexées et, en particulier, par le fait que le procédé comporte successivement

- le dépôt d'une couche de carbone diamant sur un substrat,

- le dépôt d'une couche isolante de grille sur la couche de carbone diamant,
- le dépôt, sur la couche isolante de grille, d'au moins une couche conductrice et sa gravure, de manière à former l'électrode de grille,
- le dépôt d'un matériau isolant sur des flancs de l'électrode de grille pour
5 constituer un isolant latéral,
- la gravure de la couche isolante de grille,
- la gravure de la couche de carbone diamant de manière à délimiter le canal,
- le dépôt, de part et d'autre du canal, d'un matériau semi-conducteur destiné à constituer la source et d'un matériau semi-conducteur destiné à constituer
10 le drain.

L'invention a également pour but un transistor obtenu par le procédé selon l'invention et une porte logique de type CMOS comportant de tels transistors.

15

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention
20 donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

Les figures 1 à 5 illustrent un mode de réalisation particulier d'un procédé de réalisation d'un transistor selon l'invention.

25 La figure 6 représente schématiquement un inverseur CMOS comportant des transistors selon l'invention.

Description de modes particuliers de réalisation

Le transistor à effet de champ selon l'invention comporte un canal constitué par
5 une couche en carbone diamant. Le canal peut être dopé par des dopants du
type N pour former un transistor de type PMOS ou des dopants du type P pour
former un transistor de type NMOS. Pour un dopage de 10^{15} atomes par
centimètre cube, le carbone diamant a, à température ambiante, une mobilité
d'électrons de $1800\text{cm}^2/\text{Vs}$ et une mobilité de trous de $1800\text{cm}^2/\text{Vs}$. Deux
10 transistors, respectivement de type NMOS et de type PMOS, dont les canaux
ont des largeurs égales, ont alors des courants de saturation identiques. Ceci
permet de construire des portes logiques, par exemple un inverseur CMOS,
comportant des transistors de type PMOS et NMOS ayant les mêmes
dimensions et dont la surface est 28% inférieure à la surface d'un inverseur
15 CMOS à base de silicium.

Selon l'invention, une couche 1 de carbone diamant est déposée sur un substrat
2, comme représenté à la figure 1. Le substrat peut comporter, à sa surface,
une couche mince isolante, par exemple une couche en oxyde ayant une forte
20 constante diélectrique, par exemple de l'alumine. Puis, on dépose une couche
isolante de grille 3 sur la couche 1 en carbone diamant. Ensuite, une couche
conductrice 4 est déposée sur la couche isolante de grille 3. Comme représenté
à la figure 1, la couche conductrice 4 peut être constituée par la superposition
d'une première couche 4a conductrice et d'une seconde couche 4b, conductrice
25 ou non, qui peut être utilisée comme couche de masquage à la gravure ou à
l'implantation. La couche 4a conductrice peut être déposée par dépôt chimique
en phase gazeuse basse pression ou par épitaxie. Une étape de gravure permet
de délimiter la couche conductrice 4 latéralement, par l'intermédiaire d'un
masque (non-représenté), de manière à former l'électrode de grille 5. Ensuite, le

dépôt d'un matériau isolant sur les flancs de l'électrode de grille 5 permet de constituer un isolant latéral 6 de l'électrode de grille 5. L'isolant électrique latéral 6 peut être réalisé par dépôt, autour de l'électrode de grille 5, d'une couche ayant une épaisseur correspondant à l'épaisseur de la couche conductrice 4, suivi par une gravure par l'intermédiaire d'un masque (non-représenté).

Sur la figure 2 est représentée la gravure de la couche isolante de grille 3 dans les zones du substrat 2 non recouvertes par l'électrode de grille 5 et l'isolant 6. Cette gravure peut être réalisée en utilisant des mélanges chlorés et une technique de type cathode chaude.

La gravure de la couche 1 de carbone diamant, représentée à la figure 3, permet de délimiter latéralement le canal 7. Pour attaquer le carbone diamant il suffit de l'oxyder. On favorise la réaction $2C + O_2 = 2CO$ ou encore $C + O_2 = CO_2$. On peut utiliser un mélange d'oxygène et d'argon, servant de gaz porteur et permettant de diluer l'oxygène en vue de régler finement la vitesse d'attaque. La couche 1 de carbone diamant peut être gravée par gravure anisotrope ou isotrope, comme représenté à la figure 3. Par gravure isotrope, on obtient un retrait 8 de la couche 1 de carbone diamant sous la couche isolante de grille 3, de préférence jusque sous l'électrode de grille 5. La gravure isotrope peut être effectuée par plasma d'oxygène à faible énergie ou par l'intermédiaire d'un flux d'oxygène dirigé sur la couche 1 de carbone diamant. La gravure anisotrope peut être effectuée par gravure ionique réactive en utilisant un plasma d'oxygène. Le substrat 2 peut être densifié par plasma d'oxygène en fin de la gravure de la couche 1 de carbone diamant.

Sur la figure 4 est représenté le dépôt sur le substrat 2, de part et d'autre du canal 7, par exemple par épitaxie, d'un matériau semi-conducteur 9a et 9b destiné à constituer respectivement la source et le drain.

Une gravure anisotrope du matériau semi-conducteur 9a et 9b dans les zones du substrat 2 non recouvertes par l'électrode de grille et l'isolant latéral 6 permet de délimiter latéralement le matériau semi-conducteur 9a et 9b et de former la source 10 et le drain 11, comme représenté à la figure 5. La gravure du matériau semi-conducteur permet en particulier d'obtenir un transistor de faible taille. La fabrication du transistor se termine par la formation d'éléments de contact reliés à la source 10 et au drain 11, par dépôt d'un métal 12 sur le substrat 2, planarisation, par exemple par voie mécano-chimique, et gravure du métal 12.

En variante, la source 10 et le drain 11 peuvent être constitués de matériaux différents. Dans ce cas, on peut, par exemple, procéder à un masquage de la zone correspondant au drain 11 pendant le dépôt du matériau semi-conducteur 9a destiné à constituer la source 10, retirer le masque, puis masquer le matériau semi-conducteur 9a pendant le dépôt du matériau semi-conducteur 9b et retirer ce second masque. On peut ensuite graver de façon anisotrope les matériaux 9a et 9b pour délimiter respectivement la source 10 et le drain 11, comme précédemment.

Le matériau semi-conducteur 9a peut, par exemple, être du diamant, constituant la source 10 d'un transistor de type NMOS ou PMOS. Le matériau semi-conducteur 9b peut, par exemple, être du diamant, du germanium, de l'arséniure de gallium ou de l'antimoniure d'indium pour constituer le drain 11 d'un transistor NMOS, et du diamant ou du germanium pour constituer le drain 11 d'un transistor PMOS.

Le procédé décrit ci-dessus permet notamment d'aligner automatiquement la source et le drain par rapport à la grille. Ceci permet d'éviter la formation de

capacités parasites entre drain et grille et entre source et grille, qui détériorent les performances du transistor. En effet, contrairement au procédé de réalisation selon le document US5107315, dans lequel la source et le drain sont réalisés avant la réalisation de la grille, ces étapes sont inversées dans le procédé décrit ci-dessus. L'ensemble constitué par l'électrode de grille 5, l'isolant latéral 6 et la partie correspondante de l'isolant de grille 3, sert de masque pour graver la couche 1 de carbone diamant, de manière à délimiter le canal 7. Puis, la source et le drain se positionnent autour du canal, au même niveau, sous ledit ensemble.

10

15

Sur la figure 6, un transistor PMOS 13 et un transistor NMOS 14, constituant un inverseur de type CMOS, comportent respectivement une source 10, un drain 11 et une électrode de grille. Leurs électrodes de grille 5 sont reliées à un conducteur commun 15. Les transistors PMOS et NMOS ont sensiblement les mêmes dimensions, en particulier leurs largeurs L de canal sont identiques.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'un transistor à effet de champ comportant une source (10) et un drain (11) reliés par un canal (7) commandé par une électrode de grille (5) séparée du canal (7) par un isolant de grille (3), le canal (7) étant constitué par une couche (1) en carbone diamant, procédé caractérisé en ce qu'il comporte successivement
- le dépôt d'une couche (1) de carbone diamant sur un substrat (2),
 - le dépôt d'une couche isolante de grille (3) sur la couche (1) de carbone diamant,
 - le dépôt, sur la couche isolante de grille (3), d'au moins une couche conductrice (4) et sa gravure, de manière à former l'électrode de grille (5),
 - le dépôt d'un matériau isolant sur des flancs de l'électrode de grille (5) pour constituer un isolant latéral (6),
 - la gravure de la couche isolante de grille (3),
 - la gravure de la couche (1) de carbone diamant de manière à délimiter le canal (7),
 - le dépôt, de part et d'autre du canal (7), d'un matériau semi-conducteur (9a) destiné à constituer la source (10) et d'un matériau semi-conducteur (9b) destiné à constituer le drain (11).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la gravure de la couche (1) de carbone diamant est isotrope, de manière à obtenir un retrait de la couche (1) de carbone diamant sous la couche isolante de grille (3).
3. Procédé selon la revendications 2, caractérisé en ce qu'il comporte une gravure anisotrope des matériaux semi-conducteurs (9a, 9b) dans les zones du substrat (2) non recouvertes par l'électrode de grille (5) et l'isolant latéral (6).

4. Transistor à effet de champ comportant un canal (7) constitué par une couche (1) en carbone diamant, transistor caractérisé en ce qu'il est obtenu par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.
- 5 5. Transistor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le canal (7) comporte des dopants du type N, de manière à former un transistor (13) de type PMOS .
- 10 6. Transistor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le canal (7) comporte des dopants du type P, de manière à former un transistor (14) de type NMOS.
- 15 7. Porte logique de type CMOS, caractérisée en ce qu'elle comporte des transistors (13, 14) de type PMOS selon la revendication 5 et de type NMOS selon la revendication 6, les transistors PMOS et NMOS ayant sensiblement les mêmes dimensions.

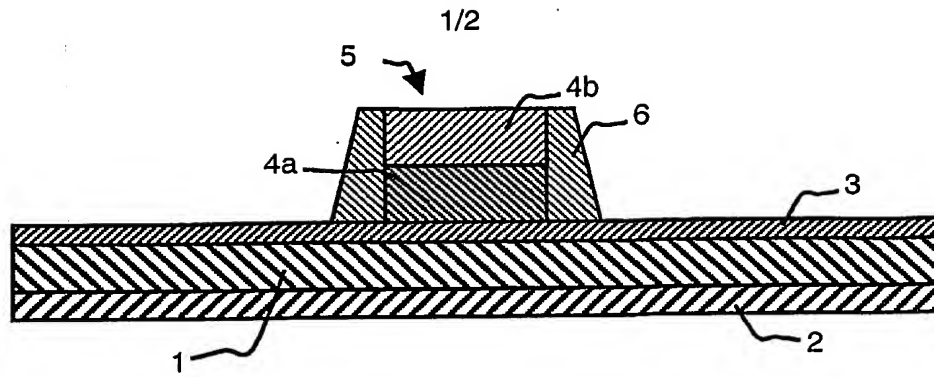


Figure 1

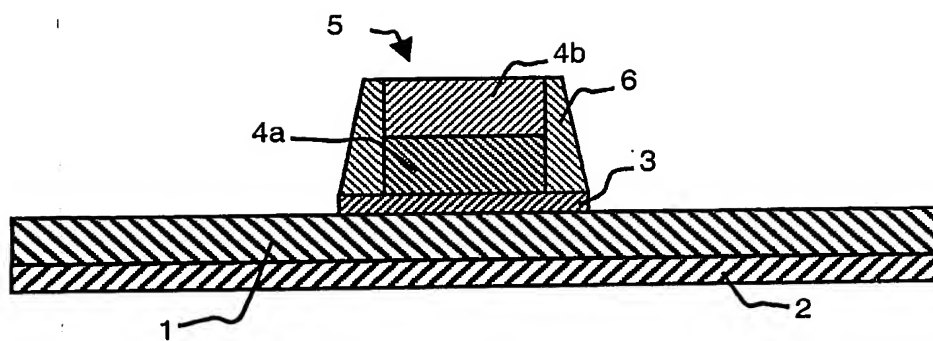


Figure 2

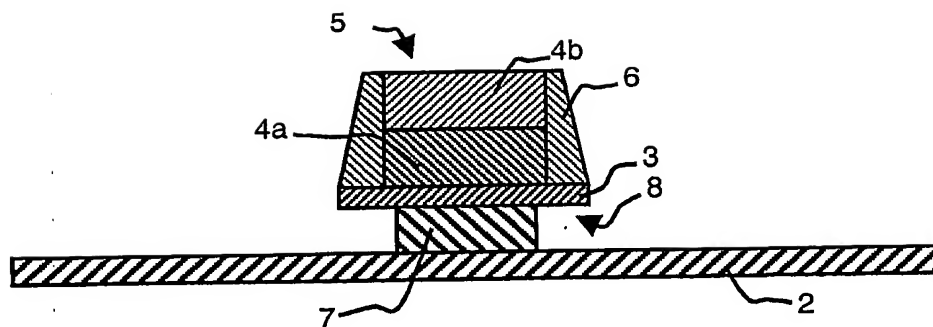


Figure 3

2/2

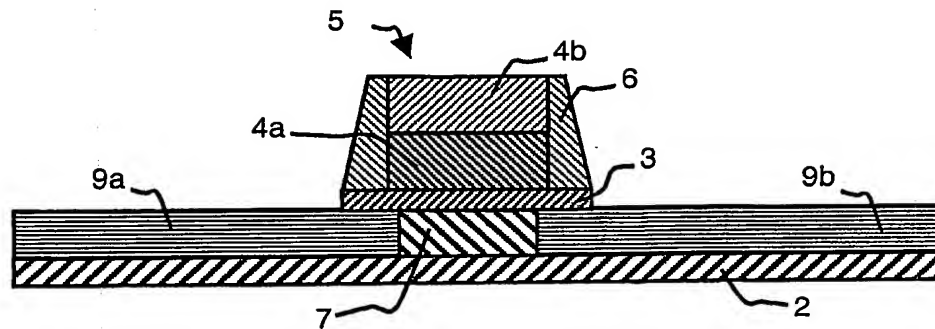


Figure 4

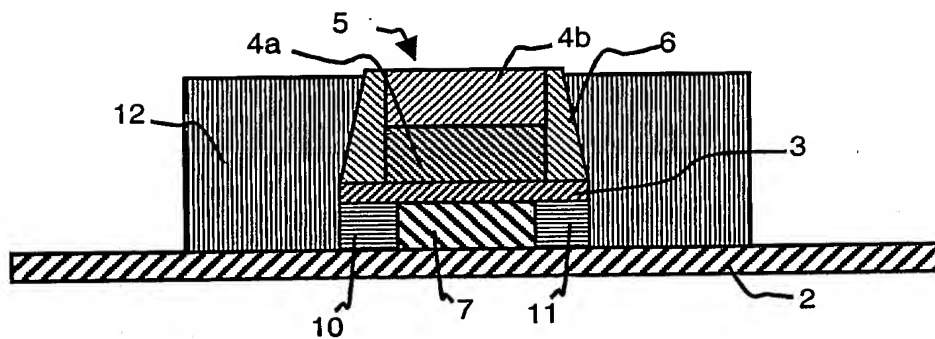


Figure 5

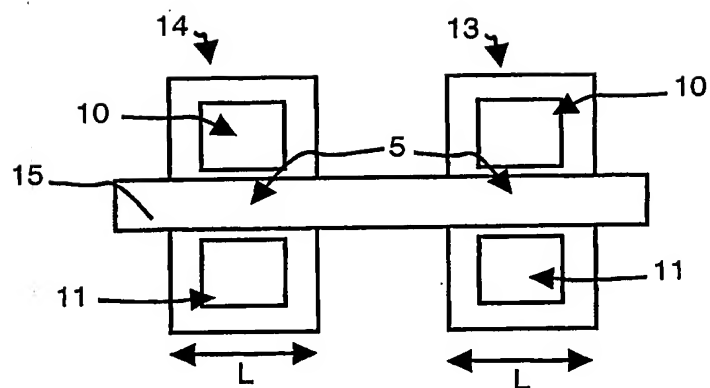


Figure 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/000717

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/04 H01L29/786

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 107 315 A (MIYAUCHI SHIGEAKI ET AL) 21 April 1992 (1992-04-21) figures 2a-2e column 3, line 45 - column 4, line 22	1-7
A	US 2001/000111 A1 (BLANCHARD RICHARD A) 5 April 2001 (2001-04-05) the whole document	1-7
A	US 5 455 432 A (HARTSELL MICHELLE L ET AL) 3 October 1995 (1995-10-03) figure 4	1-7
A	US 5 350 944 A (GEIS MICHAEL W ET AL) 27 September 1994 (1994-09-27) figure 7	1-7
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2005

Date of mailing of the international search report

10/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nesso, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/000717

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 025 233 A (TERASAWA YOSHIO) 15 February 2000 (2000-02-15) figure 15	1-7
A	EP 0 343 962 A (DE BEERS IND DIAMOND) 29 November 1989 (1989-11-29) figure 1h	1-7
A	US 5 523 588 A (KOYAMA HISAH I ET AL) 4 June 1996 (1996-06-04) the whole document	1-7
A	US 6 025 211 A (ISHIKURA TAKEFUMI ET AL) 15 February 2000 (2000-02-15) the whole document	1-7
A	US 6 657 223 B1 (WANG HAIHONG ET AL) 2 December 2003 (2003-12-02) the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/000717

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5107315	A	21-04-1992	JP 2813023 B2 JP 3263872 A GB 2243949 A , B	22-10-1998 25-11-1991 13-11-1991
US 2001000111	A1	05-04-2001	US 6198114 B1 US 6399961 B1	06-03-2001 04-06-2002
US 5455432	A	03-10-1995	NONE	
US 5350944	A	27-09-1994	WO 9007796 A1	12-07-1990
US 6025233	A	15-02-2000	JP 8213607 A DE 69622295 D1 DE 69622295 T2 EP 0726604 A2 US 6002143 A	20-08-1996 22-08-2002 27-02-2003 14-08-1996 14-12-1999
EP 0343962	A	29-11-1989	EP 0343962 A2 US 5114871 A ZA 8903923 A	29-11-1989 19-05-1992 28-02-1990
US 5523588	A	04-06-1996	JP 7099318 A	11-04-1995
US 6025211	A	15-02-2000	JP 3364119 B2 JP 10125932 A EP 0827208 A2 US 5854496 A	08-01-2003 15-05-1998 04-03-1998 29-12-1998
US 6657223	B1	02-12-2003	US 6852600 B1	08-02-2005

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dém. Internationale No
PCT/FR2005/000717

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01L21/04 H01L29/786

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 107 315 A (MIYAUCHI SHIGEAKI ET AL) 21 avril 1992 (1992-04-21) figures 2a-2e colonne 3, ligne 45 - colonne 4, ligne 22	1-7
A	US 2001/000111 A1 (BLANCHARD RICHARD A) 5 avril 2001 (2001-04-05) le document en entier	1-7
A	US 5 455 432 A (HARTSELL MICHELLE L ET AL) 3 octobre 1995 (1995-10-03) figure 4	1-7
A	US 5 350 944 A (GEIS MICHAEL W ET AL) 27 septembre 1994 (1994-09-27) figure 7	1-7
	----- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 juillet 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/08/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nesso, S

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2005/000717

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 025 233 A (TERASAWA YOSHIO) 15 février 2000 (2000-02-15) figure 15	1-7
A	EP 0 343 962 A (DE BEERS IND DIAMOND) 29 novembre 1989 (1989-11-29) figure 1h	1-7
A	US 5 523 588 A (KOYAMA HISAH1 ET AL) 4 juin 1996 (1996-06-04) le document en entier	1-7
A	US 6 025 211 A (ISHIKURA TAKEFUMI ET AL) 15 février 2000 (2000-02-15) le document en entier	1-7
A	US 6 657 223 B1 (WANG HAIHONG ET AL) 2 décembre 2003 (2003-12-02) le document en entier	1-7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2005/000717

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5107315	A	21-04-1992	JP	2813023 B2	22-10-1998
			JP	3263872 A	25-11-1991
			GB	2243949 A , B	13-11-1991
US 2001000111	A1	05-04-2001	US	6198114 B1	06-03-2001
			US	6399961 B1	04-06-2002
US 5455432	A	03-10-1995	AUCUN		
US 5350944	A	27-09-1994	WO	9007796 A1	12-07-1990
US 6025233	A	15-02-2000	JP	8213607 A	20-08-1996
			DE	69622295 D1	22-08-2002
			DE	69622295 T2	27-02-2003
			EP	0726604 A2	14-08-1996
			US	6002143 A	14-12-1999
EP 0343962	A	29-11-1989	EP	0343962 A2	29-11-1989
			US	5114871 A	19-05-1992
			ZA	8903923 A	28-02-1990
US 5523588	A	04-06-1996	JP	7099318 A	11-04-1995
US 6025211	A	15-02-2000	JP	3364119 B2	08-01-2003
			JP	10125932 A	15-05-1998
			EP	0827208 A2	04-03-1998
			US	5854496 A	29-12-1998
US 6657223	B1	02-12-2003	US	6852600 B1	08-02-2005